

Un modèle analytique des transferts de technologie An analytical model of technology transfers

Henri-F. Henner

Volume 60, numéro 3, septembre 1984

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/601301ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/601301ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

HEC Montréal

ISSN

0001-771X (imprimé)

1710-3991 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Henner, H.-F. (1984). Un modèle analytique des transferts de technologie.
L'Actualité économique, 60(3), 355–374. <https://doi.org/10.7202/601301ar>

Résumé de l'article

This study deals with international technology transfers. A theoretical and analytical model is presented as well as applications to real international economic problems. In the first part the author reminds the Ricardian model with a continuous of goods. In the second part, the model is applied to the study of technology transfers and an attempt is made to deal with endogeneous technological change using Pugel's approach. In the last part, the model is applied to the following questions: free technology transfer, the choice of an appropriate technology, the relation between wage rate and technology transfers.

*Un modèle analytique des transferts de technologie**

Henri-F. HENNER

Institut Orléanais de Finance,

Faculté de Droit et Sciences Économiques

La capacité technologique apparaît aujourd'hui comme l'élément fondamental qui permet aux économies industrialisées de créer et de maintenir un avantage comparatif face aux exportations des pays à bas salaires. L'innovation de produit constitue le départ d'un processus de « cycle du produit », assurant à l'innovateur, dans une première phase, des profits monopolistiques (rente technologique) nécessaires à la rentabilisation des dépenses de R.D.¹ et permettant de compenser l'écart de salaires, tant que perdure « l'écart d'imitation ».

Au plan international donc, le progrès technique permet à une nation, par l'élargissement et la déformation de sa courbe de transformation, de s'assurer un gain de l'échange qui vient renforcer le gain interne en bien-être né de l'augmentation de la productivité du travail (innovation dans un processus de production) ou de la meilleure satisfaction du consommateur (création d'un produit nouveau ou amélioration qualitative d'un produit ancien). Cet effet favorable d'un progrès technique, d'autant plus élevé, en termes probabilistes, que les dépenses de recherche-développement sont importantes dans le pays, semble d'ailleurs bénéficier d'un effet de synergie tant pour ce qui concerne le nombre d'innovations (aspect cumulatif des découvertes) que pour ce qui concerne la croissance économique (corrélation des dépenses en R.D. et de la F.B.C.F., donc de la croissance potentielle).

Les positions absolues et relatives des pays ne sont cependant pas figées : les anciens pôles de technologie voient leurs positions relatives se modifier, tandis que de nouveaux concurrents apparaissent sur le marché². Dans les années 60, la prépondérance des États-Unis apparaît

* Une première version de cet article a été présentée lors du Congrès international des économistes de langue française, Strasbourg, 25-28 mai 1983. Les arbitres de *L'Actualité Économique* m'ont amené à améliorer sensiblement mon texte ; qu'ils en soient ici remerciés. Les insuffisances qui demeurent me sont entièrement imputables.

1. Ce pourquoi il est illusoire de demander une libre transférabilité des connaissances ou même un assouplissement du système des brevets comme le réclament certains pays en voie de développement.

2. Cf. « Les échanges technologiques mondiaux », in *Conjoncture*, Bulletin Économique mensuel de la Banque Paribas, octobre 1982.

indiscutable face à la C.E.E., tandis que le Japon est pratiquement absent du marché. Les années 80 voient un affaiblissement de la domination américaine pour les produits à forte technologie, le renforcement du Japon et l'apparition de nouveaux producteurs (nouveaux pays industrialisés pour les produits chimiques, les télécommunications, certains matériels électroniques).

Deux éléments permettent d'expliquer ces transformations: l'effort de R.D. propre à chaque pays et le transfert de technologie. La part de dépenses de recherche dans le P.N.B. a baissé aux États-Unis après l'effort réalisé dans les années 60 pour relever le défi spatial, tandis qu'elle augmentait fortement au Japon, en Allemagne et en France. Dans le même temps, le transfert de technologie des pôles mondiaux vers les sous-pôles (Europe) ou les pays à bas salaires capables de l'accueillir (Asie du Sud-Est et Amérique Latine) a fortement crû, dans ses différentes composantes: technologie incorporée dans les produits (qui pourront être « reproduits »), vente de brevets, licence, savoir-faire, investissements directs et ventes d'usines « clés en mains », assistance technique privée ou publique, ... espionnage industriel enfin.

Le transfert de technologie, s'il assure une diffusion internationale des connaissances, vient réduire l'avantage que s'était créé l'innovateur. La concurrence des nouveaux producteurs vient réduire sa rente de situation à mesure que les considérations de coûts de production redeviennent primordiales (produit en voie de maturation). À terme, l'avantage disparaîtra lorsque le produit sera banalisé, et produit (essentiellement ?) dans les pays à bas salaires. Pour maintenir simplement sa position relative et son niveau de revenu réel par tête, le « Nord » devra donc innover en permanence (Krugman 1979)³. C'est, ainsi, le jeu dialectique entre progrès technique et diffusion des connaissances qui peut permettre de concilier les intérêts apparemment opposés des pays industrialisés et des pays en voie de développement (Henner, 1980)⁴.

Cette étude se propose de présenter un modèle théorique et analytique des transferts de technologie et de l'appliquer à quelques problèmes actuels de l'économie internationale. Une première section rappellera le modèle ricardien à continuum de biens analogue à celui de Dornbusch, Fischer, Samuelson (1977) (modèle D.F.S.)⁵; la deuxième section appliquera le modèle à l'étude des transferts de technologie, en s'appuyant sur des travaux antérieurs (Henner, 1980)⁴ et essaiera d'endogénéiser le

3. Paul Krugman (1979), «A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income», *Journal of Political Economy*, vol. 87 n° 2, pp. 253-266.

4. HF. Henner (1980), «Transferts de technologie et analyse ricardienne», *Économie Appliquée*, ISMEA, tome 33, pp. 45-63.

5. R. Dornbusch, S. Fischer, P.A. Samuelson (1977), «Comparative Advantage, Trade and Payments in a Ricardian Model with a Continuum of Goods», *American Economic Review*, décembre, pp. 823-839.

progrès technique dans la voie ouverte par Pugel (1982)⁶. La dernière section, enfin, essaiera d'appliquer le modèle au problème du libre transfert de la technologie, au choix d'une technologie appropriée et au lien entre taux de salaire et transferts de technologie.

I— LE MODÈLE RICARDIEN À CONTINUUM DE BIENS

Dornbusch, Fischer, Samuelson⁵, ont présenté un modèle de l'avantage comparatif ricardien avec continuum de biens que nous avons adapté à l'étude des transferts de technologie lors d'une étude antérieure (Henner, 1980)⁴.

Nous privilégierons ici une approche plus inductive qui permet de retrouver les fondements de l'avantage comparatif ricardien à partir de différences de prix absolus des biens ; cette approche⁷ est analogue à celle des échelles de prix d'Edgeworth et Viner.

Nous présenterons le modèle à 2 biens (A) avant de l'étendre à un nombre infini de biens (B) ; les conditions de l'offre ayant ainsi été déterminées, l'introduction de la demande permettra de clore le modèle (C).

A) *Le modèle à deux biens*

L'analyse ricardienne monétarisée peut être illustrée par l'exemple d'une société de commerce qui déterminerait le lieu d'achat (et donc de production) de deux biens en fonction de leur prix FOB en monnaie nationale. Les différences de prix monétaire naîtront des différences de productivité du travail (ce qui permettra d'élargir le modèle à la prise en compte du progrès technique), de différences de taux de salaire, des variations du taux de change, ou de la non-compensation de ces trois éléments.

Nous pouvons décrire le modèle de la façon suivante, en partant des prix des deux biens pour remonter aux conditions de production : soit 2 biens *A* et *B* fabriqués à la fois dans les deux pays 1 et 2 ; les coûts réels de production en heures de travail sont *CA1*, *CB1*, *CA2*, *CB2* respectivement dans les pays 1 et 2 ; les taux de salaire moyens⁸ exprimés en monnaie nationale s'élèvent à *S1* et *S2* ; le taux de change *T* exprime le nombre

6. Th.A. Pugel (1982), «Endogeneous Technological Change and International Technology Transfer in a Ricardian Trade Model», *Journal of International Economics*, 13, pp. 321-335.

7. Une 1^{re} version apparaît dans un document de travail du CESEFI-Paris I.

8. On pourrait prendre une dispersion des salaires plutôt que le taux national et probabiliser l'analyse. L'apport pourrait ne pas être déterminant au regard de la complexité de l'analyse. Le taux de salaire représente ici le coût salarial pour l'entreprise et non la somme brute ou nette perçue par le travailleur. Nous admettons aussi que, au moins pour certains pays comme la France, le taux de salaire, dépend autant de considérations sociales et institutionnelles que d'éléments strictement économiques. Le taux de salaire apparaît donc donné et non dépendant.

d'unités monétaire du pays 2 équivalent à 1 unité du pays 1 (cotation au certain sur le marché du pays 1); les prix des produits sont, en monnaie nationale, respectivement égaux à $PA1$ et $PB1$ dans le pays 1, $PA2$ et $PB2$ dans le pays 2.

En l'absence de distorsions réglementaires, la société de commerce (ou le marché) sera amenée à exporter le produit A du pays 1 et à exporter le produit B du pays 2 vers le pays 1 lorsque les deux *inégalités* ci-dessous sont vérifiées *en même temps*:

$$PA1 \cdot T < PA2 \quad (1)$$

$$PB1 \cdot T > PB2 \quad (2)$$

Cette double inégalité garantit que, en l'absence de coûts de transport, de droits de douane et de subventions à l'exportation, le produit A fabriqué dans le pays 1 peut être vendu sur le marché du pays 2 à un prix plus faible que le produit domestique $A2$ équivalent. En régime concurrentiel, le prix de longue période est égal au coût de production; dans la tradition ricardienne, nous avons retenu le travail comme seul facteur *apparent* de production, ce qui permet d'établir les liaisons directes suivantes entre le coût et le prix:

$$PA1 = CA1 \cdot S1 \quad (3)$$

$$PB1 = CB1 \cdot S1 \quad (4)$$

$$PA2 = CA2 \cdot S2 \quad (4)$$

$$PB2 = CB2 \cdot S2 \quad (5)$$

c'est-à-dire que le prix, en monnaie nationale, d'un produit, est égal au produit de son coût réel en heures de travail par le coût salarial horaire supporté par l'entreprise.

Les inégalités(1) et (2) peuvent être réécrites sous la forme suivante:

$$CA1 \cdot S1 \cdot T < CA2 \cdot S2 \quad (6)$$

et

$$CB1 \cdot S1 \cdot T > CB2 \cdot S2 \quad (7)$$

Nous en tirons la liaison nécessaire entre les rapports des coûts réels de production d'un même bien dans l'un et l'autre pays et le rapport des coûts salariaux exprimés en une même monnaie:

$$\frac{CA1}{CA2} < \frac{S2}{S1 \cdot T} \quad \text{et} \quad \frac{CB1}{CB2} > \frac{S2}{S1 \cdot T} \quad (8)$$

C'est-à-dire,

$$\frac{CA1}{CA2} < \frac{S2}{S1 \cdot T} < \frac{CB1}{CB2} \quad (9)$$

La relation (9) est fondamentale dans l'analyse ricardienne monétarisée. Elle implique tout d'abord la relation ricardienne habituelle qui formalise la théorie des coûts comparatifs, mais a l'avantage d'introduire une condition nouvelle de validité de la théorie, relative au rapport des taux de salaire.

On voit, en effet, que la relation (9) contient la théorie des coûts comparatifs. À partir de (9), en s'appuyant sur le fait que les coûts sont toujours positifs, on déduit finalement que l'échange des 2 produits entre les deux pays se produit quand :

$$\frac{CA1}{CB1} < \frac{CA2}{CB2} \quad (10).$$

C'est-à-dire dès qu'il existe une différence entre les coûts comparatifs de production d'un pays à l'autre (Ricardo). Le cheminement suivi jusqu'ici a cependant l'avantage de partir d'une observation immédiate portant sur les prix des produits et de remonter aux coûts relatifs de production, alors que Ricardo se donnait les coûts comparatifs pour en déduire la possibilité et la nécessité d'un échange mutuellement bénéfique pour les deux pays. Cette présentation peut donc apparaître comme plus crédible et acceptable que celle de Ricardo.

Elle dépasse le modèle ricardien originel, car la monétarisation fait apparaître une condition nouvelle liée à la valeur relative du rapport des taux de salaires exprimés en une même monnaie ($S2/S1.T$). Les salaires et le taux de change ne peuvent être quelconques : ils peuvent augmenter, réduire, voire annuler la zone d'avantage comparatif d'un pays, ce qui apparaît mieux lorsque l'on augmente le nombre de biens échangeables sur le marché.

B) *Le modèle à continuum de biens*

La démonstration est semblable à celle de la première partie, et il peut suffire de reprendre les résultats obtenus en les transposant dans un monde où le nombre de biens est très élevé (continuum de biens à la limite). Soit la série $CA1, CB1, CC1, CD1, \dots$ et la série correspondante $CA2, CB2, CC2, CD2, \dots$ des coûts réels en heures de travail dans les pays 1 et 2, pour les produits (ou parties de produits⁹) A, B, C, D, \dots . Nous pouvons classer les coûts relatifs ($Ci1/Ci2$) dans les deux pays par ordre croissant, soit, pour la commodité :

$$\frac{CA1}{CA2} < \frac{CB1}{CB2} < \frac{CC1}{CC2} < \frac{CD1}{CD2} < \frac{CE1}{CE2} < \dots \quad (11)$$

9. Cette analyse avait été initialement développée dans le cadre de l'étude de la composition internationale des processus productifs, séminaire CESEI-PARIS I, animée par le professeur B. Lassudrie-Duchesne, en janvier 83.

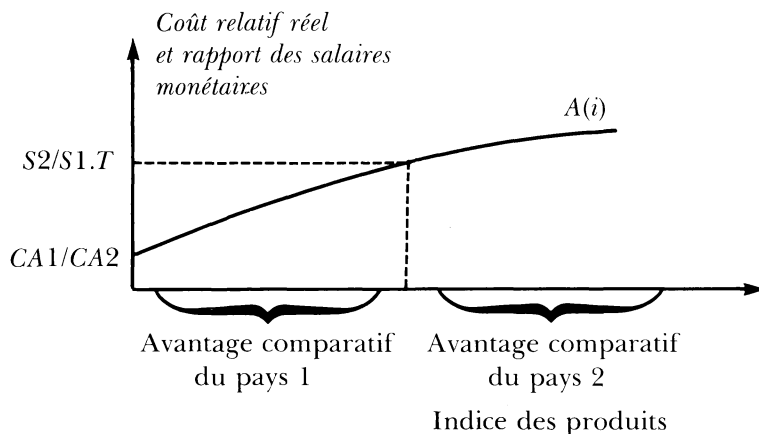
La relation (11) détermine une chaîne d'avantages comparatifs ricardiens; la répartition des activités $A, B, C \dots$ entre les pays dépendra (cf. A) du rapport des coûts salariaux horaires exprimés en une même monnaie, c'est-à-dire du rapport $(S2/S1 T)$. Si, par exemple, ce rapport $(S2/S1 T)$ est compris entre $CD1/CD2$ et $CE1/CE2$, tous les produits dont le coût relatif réel est inférieur au rapport des coûts salariaux exprimés en une même monnaie, seront fabriqués dans le pays 1 et exportés vers le pays 2; tous les produits dont le coût relatif réel est supérieur à ce rapport seront fabriqués dans le pays 2 et exportés vers le pays 1.

On détermine ainsi la zone des avantages comparatifs de chacun des pays :

$$\underbrace{\frac{CA1}{CA2} < \frac{CB1}{CB2} < \frac{CC1}{CC2} < \frac{CD1}{CD2}}_{\text{avantage comparatif monétarisé du pays 1}} < \underbrace{\frac{S2}{S1T} < \frac{CE1}{CE2} < \frac{CF1}{CF2}}_{\text{avantage comparatif monétarisé du pays 2}} < \dots \quad (12)$$

Cette relation peut être représentée graphiquement. La fonction $A(i)$ des avantages comparatifs est croissante avec l'indice du bien, et le rapport des salaires monétaires détermine l'intervalle de l'avantage de chacun des pays (cf. figure 1).

FIGURE 1



$$A(i) = \left(\frac{CA1}{CA2} ; \frac{CB1}{CB2} ; \dots \right) \text{ avec } A'(i) > 0 \quad (13)$$

Ce graphique¹⁰ illustre clairement la manière dont les taux de salaires (ou les coûts salariaux) et le taux de change peuvent renforcer, compenser ou annuler un avantage comparatif ricardien fondé sur les seuls coûts réels. Les premières vérifications empiriques du modèle ricardien faites par G.D.A. MacDougall et B. Balassa¹¹ avaient dû tenir compte non seulement des productivités comparées du travail, mais aussi des taux de salaires relatifs versés par les différentes branches étudiées. Une augmentation autonome du coût salarial horaire dans le pays 2, toutes choses égales par ailleurs, vient réduire la zone d'avantage comparatif du pays 2, augmenter celle du pays 1. Une hausse du taux de change T , qui revalorise la monnaie du pays 1 par rapport à celle du pays 2 (baisse de la valeur de la monnaie du pays 2 exprimée en numéraire du pays 1), vient réduire la zone d'avantage comparé du pays 1 au bénéfice du pays 2 dont la zone s'étend vers les produits à indice plus faible (par convention).

Le modèle reste cependant ouvert, dans la mesure où la demande n'intervient pas et où, en conséquence, nous ne pouvons que nous donner les coûts salariaux de l'un et l'autre pays.

C) *Introduction de la demande*

L'introduction de la demande reste le point faible des modèles à fondements classiques, et la solution proposée par D.F.S. (1977) paraît trop contraignante. Ils admettaient une *structure homothétique* de la demande dans les deux pays, ce qui permettrait d'écrire qu'un pourcentage constant de la dépense se porte sur un produit donné, tant dans chacun des pays que dans le monde. Cette hypothèse permet de retrouver une courbe de demande pour les échanges correspondant à un équilibre commercial. Dès lors que les structures de demande sont stables et homothétiques, le partage de la demande entre les deux pays doit assurer l'équilibre commercial et le plein emploi sur les marchés du travail, par une double régulation des taux de salaire et du taux de change.

Une telle formalisation garantit de plus l'absence d'équilibres multiples. Nous avons adopté cette présentation restrictive dans *Économie Appliquée*. Il est possible de lever l'hypothèse d'homothétie (les équations seraient plus complexes) à condition de conserver l'hypothèse de stabilité des fonctions nationales de demande¹²; il paraît préférable d'introduire

10. La forme de $A(i)$ a été modifiée pour tenir compte des observations d'un arbitre; si, en effet, la technologie et la qualité du travail étaient identiques, $Ci1/Ci2$ serait toujours égal à 1, qui est donc la limite supérieure admissible du rapport, sous l'hypothèse que le travail est plus productif au Nord, et que l'innovation y prend place.

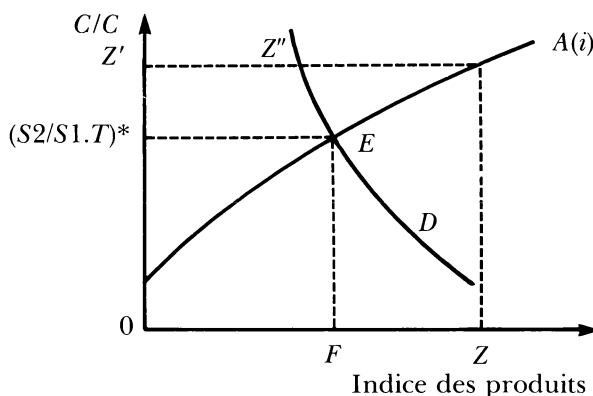
11. Cf traduction française in Lassudrie-Duchêne (éd.), 1972.

12. Si les structures de demande varient trop fortement (présence peu crédible d'un grand nombre de biens inférieurs et généralité d'un effet Giffen), des équilibres multiples peuvent se produire.

une « fonction de demande » de manière déductive, au prix d'une formalisation moins élaborée.

Construction de la courbe de «demande D». — Admettons qu'à un moment du temps, le rapport $(S2/S1.T)$ des salaires monétaires soit très élevé (figure 2) et se situe en Z' .

FIGURE 2



La zone d'avantage comparatif du pays 1 s'étend jusqu'au produit Z . Trois questions peuvent être posées :

a) le pays 1 peut-il exploiter totalement son avantage comparatif, et produire en quantité suffisante, les biens $A, B, \dots Z$? les quantités de facteur dont il dispose sont-elles suffisantes?

b) les tensions qui apparaîtront sur le marché du travail à la fois dans le pays 1 (excès de demande) et le pays 2 (excès d'offre), ne conduiront-elles pas à une tendance à la hausse de $S1$ et à la réduction de $S2$ visant à réduire le rapport $S1/S2.T$?

c) le déséquilibre commercial engendré par des exportations de 1 vers 2 confrontées à des flux d'échange faibles dans l'autre sens (puisque l'avantage comparatif du pays 2 est réduit) ne conduira-t-il pas à une amélioration du taux de change de la monnaie 1 par rapport à la monnaie 2? L'augmentation de T (cotation au certain) réduit donc aussi la valeur du rapport $(S2/S1.T)$.

Les points b) et c) déterminent les forces de rééquilibre qui garantiront (cf. ci-dessous et Henner, 1980) la stabilité de l'équilibre qu'il nous faut encore déterminer; le point a) nous permet d'écrire que le pays 1 ne pourra exploiter qu'une partie de son avantage comparatif: son offre potentielle (demande effective du pays 2) se situera à gauche de la courbe $A(i)$ qui est une courbe *notionelle*.

L'écart entre les deux courbes est lié à l'écart entre offre/demande notionnelles et offre/demande effectives ou contraintes de chacun des pays (nécessité de l'équilibre commercial dans un modèle sans flux de capitaux). Soit Z'' ce point réalisable, *en déséquilibre*, du fait des tensions sur le marché des facteurs de chacun des pays, et sur le marché des changes.

Du fait des excès de demande de travail dans le pays 1, de l'excès d'offre de travail dans le pays 2, de l'excès de demande de produits du pays 1, de l'excès d'offre de produits du pays 2, la loi de l'offre et de la demande conduit à une augmentation du taux de salaire $S1$, accrue en monnaie internationale par la hausse du taux de change T , alors que le taux de salaire $S2$ doit baisser (ou moins progresser) dans le pays 2. Le taux Z' ($= S2/S1.T$) est un taux de déséquilibre, et ce rapport va baisser. Il s'ensuit que la zone d'avantage comparé du pays 1 se réduit, que les déséquilibres sur les différents marchés se réduisent eux aussi; ce mouvement se poursuivra jusqu'à ce que les marchés du travail de l'un et l'autre pays aient retrouvé l'équilibre, *en même temps* que le marché des changes, image réflexe de l'équilibre commercial. L'écart entre les points Z'' et la courbe $A(i)$ se réduira progressivement, ce qui nous permet de tracer la courbe de « demande » $Z'' D$. La pente de cette courbe sera fonction des structures relatives des demandes de l'un et l'autre pays pour les produits $A, B, \dots Z$ dont la production sera répartie selon les avantages comparés limités par le rapport des coûts salariaux évalués en une même monnaie.

L'intersection des courbes $A(i)$ et D détermine au point E , à la fois, le rapport $(S2/S1.T)^*$ des coûts salariaux monétaires d'équilibre, et la frontière F de la zone d'avantage comparé *effectivement exploitable* par chacun des pays, compte tenu de ses fonctions de production (qui fondent les coûts comparatifs réels $CA1/CA2$.), de la structure de sa demande, et de la dimension de son marché du travail, qui limite le champ opérationnel de son avantage comparatif (limite matérielle et financière du fait de la relation établie avec le taux de salaire national $S1$ et $S2$).

Nous disposons, au terme de cette première partie, d'un modèle ricardien monétarisé de l'avantage comparatif. Ce modèle a l'avantage de partir de la situation observable (différentiel de prix conduisant aux échanges commerciaux), pour remonter aux conditions de production et de répartition qui ont créé les différentiels de prix. Il permet de déterminer la zone des avantages comparés effectivement exploitable par chacun des pays, dans une situation d'équilibre interne (plein emploi, taux de

salaire d'équilibre) et d'équilibre externe de la balance commerciale et des taux de change. Il est plus large et plus général que le modèle originel de Ricardo parce qu'il prend en compte les taux de salaire (ou les coûts salariaux) évalués en une même monnaie : il démontre que ni les taux de salaire, ni le taux de change ne peuvent être manipulés indépendamment *des conditions comparées de production et de demande*. Nous pouvons désormais l'étendre à la prise en compte de l'innovation et des transferts de technologie.

II— TRANSFERT DE TECHNOLOGIE ET AVANTAGE COMPARATIF

Le modèle ricardien se prête bien à la prise en compte de l'innovation de processus et des transferts de technologie, puisqu'il admet des différences de productivité du travail (donc des fonctions sectorielles de production différentes d'un pays à l'autre). Nous admettrons que le pays 1 représente le « Nord développé », tandis que le pays 2 sera représentatif des pays en voie de développement, plus particulièrement des « nouveaux pays industrialisés », pays d'accueil privilégiés des firmes multinationales. Les NPI sont caractérisés par des taux de salaires beaucoup plus faibles que dans les pays du Nord ($S_2/S_1.T < 1$) mais la productivité du travail y devient en partie comparable, grâce au transfert du capital et de la technologie ; peut-on craindre alors que les pays du Sud ainsi défini ne se constituent, grâce aux transferts, un *avantage absolu* ?

Nous présenterons les effets de l'innovation et du transfert de technologie avant de tenter d'endogénéiser le progrès technique dans la voie ouverte par Th.A. Pugel (1982).

A) *Les effets de l'innovation*

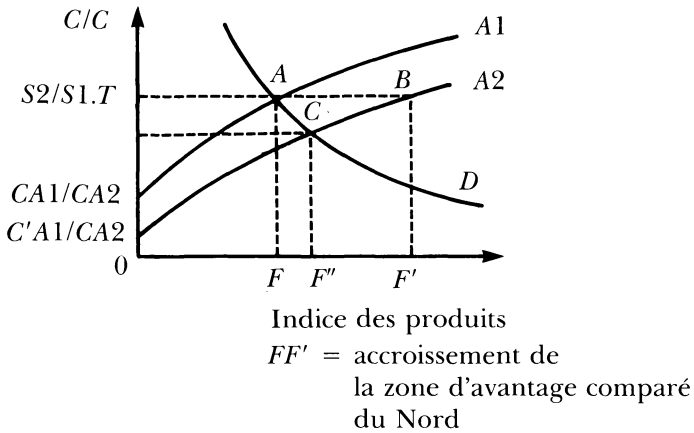
Le progrès technique (innovation de processus)¹³ apparaîtra probablement dans les pays développés du Nord, à la fois parce qu'ils consacrent une masse et une part plus importante de leur produit à la recherche-développement (plus forte probabilité de découverte augmentée par des effets de synergie) et parce que, comme le rappelait H.G. Johnson, (1968) le progrès économique entraîne une augmentation continue du coût d'opportunité du temps humain : on cherchera à économiser le temps de travail là où sa valeur est la plus élevée, c'est-à-dire dans les pays industrialisés.

L'innovation de processus a pour effet de réduire la quantité de travail nécessaire à la production d'une unité de bien dans le pays innovateur du « Nord ».

13. Le modèle ricardien peut mieux prendre en compte l'innovation de processus que l'innovation de produit ; cette dernière implique, en effet, l'impossibilité au moins temporaire de l'échange concurrentiel, puisque le produit nouveau ne sera fabriqué que dans un pays.

On peut admettre, dans un premier temps, que ce progrès apparaît dans toutes les branches, et réduit les quantités de travail nécessaires dans l'ensemble des productions du Nord. Il sera représenté par un déplacement de la courbe $A(i)$, ce qui aura pour effet d'augmenter, à salaires relatifs inchangés, la zone d'avantage comparatif du Nord.

FIGURE 3



Dans un premier temps, l'innovation technique ferait passer le Nord du point A au point B appartenant à la nouvelle courbe des avantages comparés A_2 . Mais il s'agit d'une situation transitoire de déséquilibre dans l'un et l'autre pays. Dans les pays du Nord, l'avantage comparatif créé pour de nouveaux produits (déplacement FF' de la zone d'avantage) crée un surcroît de demande de travail qui tendra à faire augmenter les salaires $S1^{14}$; dans les pays du Sud, la masse des produits exportables diminuera, la demande de travail se réduira et les taux de salaire $S2$ auront au moins tendance à rester constants. Le rapport $(S2/S1.T)$ tendra à diminuer de ce chef. Ce mouvement de rééquilibre (déplacement de B sur A_2 vers C) sera renforcé par les mouvements du change liés aux déséquilibres des balances commerciales: le déficit commercial du Sud

14. Même si le surcroît de productivité permet de libérer les facteurs pouvant être réembauchés par d'autres industries, on peut escompter de toute manière une augmentation de la productivité globale du travail dans l'ensemble du «Nord» innovateur.

face à l'excédent du Nord aura pour effet l'amélioration du taux de change T : le rapport des coûts salariaux exprimés en une même monnaie, $(S2/S1.T)$ diminuera de ce fait.

Au terme de cette rééquilibration, le système économique simplifié se retrouvera au point C appartenant à la courbe des avantages comparatifs $A2$ et à la courbe de demande D ; la zone des avantages comparés des pays du Nord aura augmenté de OF à OF'' , mais sera inférieure à celle qui pourrait être initialement prévue OF' . La réduction $F'F''$ est liée à la fois aux contraintes apparaissant sur le marché des facteurs du Nord comme du Sud (et donc au rapport $L1/L2$ des populations actives disponibles) et aux contraintes de l'équilibre commercial. Des flux de prêts financiers accordés par le Nord au Sud permettraient éventuellement de déplacer la contrainte monétaire, mais non la contrainte réelle: ils ne se révéleraient efficaces qu'à la condition que le marché du travail du Nord soit en sous-emploi généralisé (pour l'ensemble des qualifications demandées par les firmes); cette procédure de prêts achopperait nécessairement (dans le cadre de notre modèle) sur l'impossibilité du remboursement à terme des fonds empruntés. Les flux d'investissements directs pourraient sans doute mieux répondre à la demande latente des pays du Sud et aux intérêts des pays du Nord. Ces flux d'investissement directs s'accompagneront d'un transfert de technologie et modifieront à nouveau la courbe d'avantage comparatif.

B) *Le transfert de technologie*

Le transfert de technologie peut se faire de plusieurs manières¹⁵: la firme innovatrice peut délocaliser tout ou partie de sa production¹⁶, vendre des licences de fabrication, exporter des équipements incorporant le progrès technique (à la limite, vendre des usines clefs en main); la connaissance nouvelle peut se banaliser par diffusion dans des revues ou des ouvrages scientifiques, etc.

À la suite du transfert de l'innovation, l'avantage des pays du Nord se réduira et la productivité du travail augmentera dans les pays du Sud: le coût réel en heures de travail C_2 diminuera pour les productions ayant bénéficié de transferts. À salaires constants, la courbe A des avantages comparés se déplacera de $A2$ (courbe obtenue après innovation) vers la gauche en $A3$ (courbe après innovation et après transfert de technologie) (figure 4). Le transfert de technologie vient réduire l'avantage comparatif des pays du Nord, et il apparaît immédiatement que, en présence de transfert, les pays du Nord ne peuvent maintenir leurs niveaux de revenu

15. Cf. H.G. Johnson, *op. cit.*

16. Ce qui donnera naissance à la décomposition internationale des processus productifs. Voir B. Lassudrie-Duchêne (1982) in H. Bourguinat (éd.), *Internationalisation et autonomie de décision*, Paris, Economica, pp. 45 à 65.

réel et d'emploi qu'à la condition de reconstituer en permanence leur avantage technologique¹⁷ ou ne transférer qu'une partie de la production, quitte à réimporter ce segment pour renforcer un avantage comparatif en aval¹⁸.

On peut se demander si le transfert sera général, c'est-à-dire portera avec la même intensité sur tous les produits ou éléments de produits, ce qui conduirait à faire subir à la courbe A2 un déplacement parallèle¹⁹ vers la gauche. Cette hypothèse nous semble peu crédible: le transfert de technologie se fait à l'initiative d'une firme du Nord qui délocalise sa production ou à l'initiative d'un pays du Sud qui cherche à renforcer la compétitivité de son industrie. Sauf dans le cas de l'Algérie (développement volontaire d'industries fortement capitalistes et de forte technologie), les choix devraient se porter, dans les deux cas de figure, vers des technologies renforçant l'avantage comparatif des pays du Sud, c'est-à-dire pour des produits ou segments de produits relativement intensifs en travail: le faible coût de la main-d'oeuvre dans les pays du Sud y compense le poids relatif du travail dans la fonction de production. On peut en conclure que le transfert s'opérera de manière plus forte dans les productions intensives en travail, c'est-à-dire, selon nos conventions, pour les biens à indice élevé. La courbe A2 subira donc non une «translation parallèle», mais un déplacement plus important pour les produits à indice élevé (figure 4).

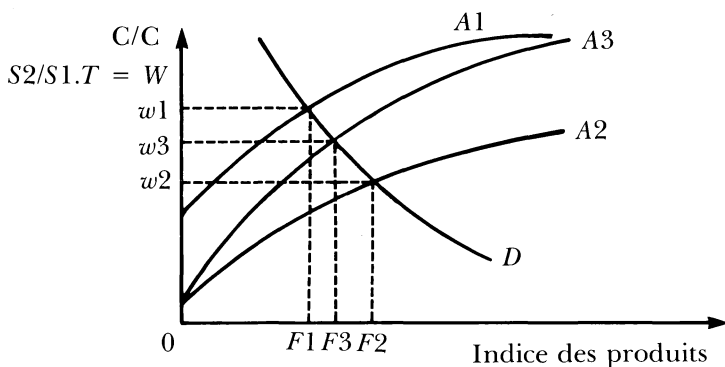
La figure 4 illustre ces différents points. La courbe A1 représente la courbe des avantages comparatifs en t_0 , avant que l'innovation de processus n'ait été mise en place. Elle détermine, de concert avec la courbe D de demande et d'équilibre commercial, la zone des avantages comparatifs des «pays du Nord», OF1 et celle des «pays du Sud», F1Z, dans l'espace continu OZ des biens. Les contraintes d'équilibre interne (marché du travail) et d'équilibre externe déterminent le rapport d'équilibre $w1 = (S2/S1.T)$ des salaires monétaires exprimés en une même monnaie. Au temps t_2 , l'innovation a eu lieu et a déplacé en A2 la courbe des avantages comparés. La zone d'avantage comparatif des pays du Nord s'est accrue jusqu'en OF2, grâce à l'amélioration de la productivité du

17. Le transfert de technologie, la coproduction internationale... peuvent être conçus dans une perspective stratégique de spécialisation intra-branche et de décomposition des processus. Voir Henner (1976), «La spécialisation de l'économie française», *Revue Économique*, N° 1, pp. 31-53, qui mettait en évidence et mesurait ce nouveau type de spécialisation pour la France.

18. Voir surtout l'analyse présentée par B. Balassa (1982) «Les tendances actuelles de la spécialisation internationale de la production manufacturière», in H. Bourguinat (éd), 1982, *op. cit.*, pp. 23 à 43, où il apparaît que le transfert peut conduire à la reconstruction de l'avantage comparatif sur un segment plus rentable de la filière de production. Mais la dynamisation complète de l'analyse est malaisée à formaliser.

19. En ce sens que la pente de la courbe pour un produit serait la même en A2 et A3 (neutralité au sens de Harrod).

FIGURE 4



travail créée par l'innovation et le progrès technique. Le rapport des taux de salaire est passé à w_2 , soit du fait d'une réduction du taux de salaire S_2 des pays du Sud, ce qui paraît peu probable, soit par une augmentation du taux de salaire du Nord, calculé en valeur internationale, S_1T . L'innovation a eu pour effet une amélioration de la productivité du travail qui, dans un modèle simple, résulte en une augmentation du niveau de revenu réel dans les pays innovateurs. Mais les hausses de coûts salariaux qui en résultent peuvent renforcer l'incitation des firmes à délocaliser une partie de leurs productions vers les pays du Sud.

L'investissement direct assouplit la contrainte extérieure des pays du Sud, et, par le transfert de technologie qui lui est lié, vient modifier à nouveau la courbe d'avantage comparatif. Plusieurs configurations des courbes sont possibles, que nous étudierons par la suite. Retenons pour l'instant l'hypothèse optimiste (pour le Nord) illustrée par la figure 4. Le transfert se fait plutôt pour les produits à indice élevé, c'est-à-dire ceux pour lesquels le désavantage comparé du Nord est relativement important. La courbe d'avantage comparatif prend la position A_3 . La zone d'avantage comparatif du Nord se réduit à OF_3 , mais reste supérieure à celle connue au temps t_0 , avant l'innovation; le taux relatif de salaire passe à $w_3 = (S_2/S_1.T)$, supérieur à w_2 mais inférieur à w_1 ; la position relative des salaires du Nord a été dégradée par le transfert de technologie et/ou le taux de change T de la monnaie du Nord s'est dévalorisé par rapport à la situation connue après innovation.

« Le taux de progrès technique et d'innovation permet aux pays développés de compenser leurs coûts salariaux et de déplacer vers la droite la

courbe $A(i)$, c'est-à-dire d'augmenter le nombre de biens pour lesquels ils possèdent un avantage comparé ; mais le taux de transfert de technologie, la vitesse à laquelle se diffusent les connaissances vers les pays en voie de développement, contrarient ce mouvement et impliquent un retour de la courbe $A(i)$ vers l'origine, et une réduction du niveau de vie dans les pays industrialisés au profit des pays en voie de développement » (Henner, 1980).

Il y a donc un risque de rupture d'équilibre du système étudié, si le taux de transfert de la technologie est trop élevé en regard du taux d'innovation. La figure 4 ne développait qu'une des configurations possibles, celle où le taux de transfert laissait un gain net au Nord par rapport à la situation initiale connue en t_0 , c'est-à-dire avant transfert et avant innovation. D'autres situations peuvent se produire, illustrées par les figures 4 et 5, qui ne reprennent, pour simplifier les graphiques, que les courbes A1 et A3.

FIGURE 5

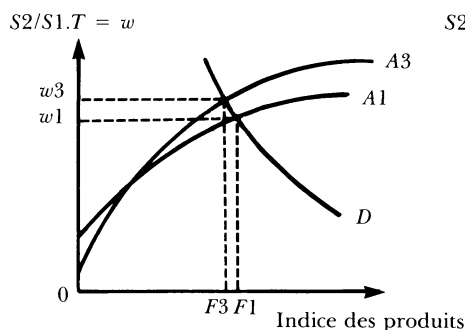
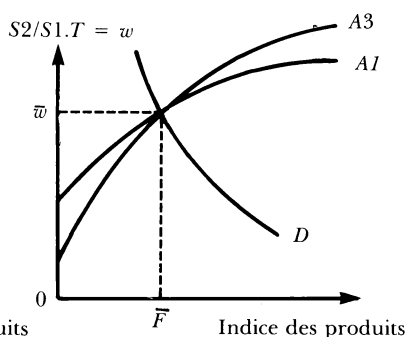


FIGURE 6



Dans les figures 5 et 6, le transfert de technologie se produit à un taux suffisamment élevé pour annuler l'effet de l'innovation dans les pays du Nord, si bien que la diffusion des connaissances a pour effet final un déplacement de la courbe d'avantage comparatif A3 tel qu'elle vienne couper la courbe initiale A1.

Dans le premier cas, illustré par la figure 5, le transfert de technologie est intense, et la nouvelle courbe A3 coupe A1 *avant* l'intersection avec la courbe de demande. La zone d'avantage comparatif du Nord est finalement réduite ($F3 < F1$), et le rapport $(S2/S1.T)$ indique une amélioration du salaire monétaire des pays du Sud par rapport à ceux du Nord. La

répartition du produit mondial est modifiée au profit des pays du Sud dont le niveau de vie réel augmente. Cela ne signifie pas nécessairement une baisse de niveau de vie réel du Nord du moins par rapport à la situation initiale : la plus forte productivité du travail permise par l'innovation, jointe à l'hypothèse de plein emploi, permet de supposer que les pays du Nord conservent une partie de la croissance réelle créée par l'innovation ; une grande partie en est cependant diffusée au plan international et résulte en un relèvement du niveau de revenu réel et des taux de salaire dans le pays du Sud²⁰.

La figure 6 illustre enfin la dernière possibilité d'équilibre : celle où le transfert de technologie et l'innovation se produisent à des taux relatifs tels qu'ils se compensent l'un l'autre pour laisser inchangés aussi bien la répartition des avantages comparés (\bar{F}) que le rapport des salaires \bar{w} exprimés en une même monnaie. Dans cette hypothèse, un différentiel autonome des taux de salaires, par exemple lié à la pression syndicale, serait exactement compensé par une variation en sens inverse du taux de change, assurant le maintien d'une « parité relative des pouvoirs d'achat et des salaires ». Cette situation qui garantit une croissance du revenu réel de chaque zone économique — et donc du monde — équivalente à l'augmentation de la productivité de travail²¹, paraît peu probable, dans la mesure où les déterminants de l'innovation et du transfert sont indépendants l'un de l'autre, même s'ils sont liés tous deux aux décisions des firmes.

C) *Endogénéisation du progrès technique et des redevances*

Arrivé à ce niveau, il est tentant de rendre le modèle plus complexe en essayant d'endogénéiser le progrès technique (côté offre) et de prendre en compte les redevances versées par les firmes ou établissements du Sud aux firmes innovatrices du Nord. Nous présenterons rapidement ces deux points, sans les traiter de manière exhaustive. L'endogénéisation du progrès technique peut être menée soit sur la base d'une innovation de processus soit sur celle d'une innovation de produit. La première paraît plus intéressante dans le cadre de cette étude, puisqu'elle permet une diffusion des connaissances à l'ensemble de la production nationale et étrangère, dans un monde à produits multiples. Elle ne peut être faite cependant que de manière indirecte ici, faute d'avoir développé une fonction algébrique des avantages comparatifs, qui admettrait une va-

20. La croissance des « nouveaux pays industrialisés » du Sud-Est asiatique montre que ce processus peut jouer à des taux relativement rapides. Les possibilités d'élargissement de la croissance par emprunts extérieurs, que nous avons évoqués précédemment, sont illustrés par les pays d'Amérique Latine dont l'insolvabilité à terme semblait prévisible.

21. « L'appauvrissement » du Nord n'est que relatif, par comparaison à une situation sans transfert de technologie.

riable progrès technique et une variable transfert. Le type de formalisation paraît clair, et l'on peut tenter au moins de délimiter le problème. L'innovation de produit (mise au point d'un nouveau produit qui n'est vendu que par le Nord avant transfert au Sud) revient à ajouter un bien supplémentaire aux produits déjà existants, mais pose problème dans la mesure où il n'existe pas alors de coût comparatif²². Il nous paraît préférable de gagner en réalisme, quitte à perdre en formalisation.

Le progrès technique n'est pas gratuit: il résulte de dépenses en R-D financées par les firmes et les gouvernements du Nord. La probabilité de découverte semble liée à la masse des dépenses, à sa répartition entre financement public et privé (qui paraît plus efficace), et à un effet de synergie («*the more you know, the more you can learn*», Krugman, 1979), qui permet incidemment d'obtenir un modèle tendant à trouver un sentier de croissance équilibré à long terme dépendant du rapport entre le taux d'innovation et le taux de transfert (Krugman, 1979). La recherche étant coûteuse, la rente de situation créée par l'innovation doit permettre de la rentabiliser: le transfert doit donc être financé par des redevances. Pugel étudie la redevance optimale pour les deux zones économiques. Il apparaît que le libre transfert est sous optimal pour chacune des zones, et qu'un taux de redevance d'équilibre peut être déterminé, qui maximise le bien-être et le revenu réel des deux pays, car la redevance permet de financer de nouvelles recherches, et donc d'accroître la productivité du travail. L'existence du transfert, même compensé par des redevances, contraint à l'évidence le Nord à poursuivre ses efforts de recherche car il lui faut, pour simplement maintenir son niveau de revenu réel, créer en permanence de nouveaux produits à mesure que les «*anciennes innovations*» voient leur production transférées vers le Sud.

Les redevances sur brevets versées par le Sud auront un effet sur la courbe de demande et d'équilibre externe. Leur prise en compte permet aux pays du Nord de conserver un déficit commercial avec le Sud sans que cela tende à dégrader le taux de change de la monnaie. Sur nos graphiques, ce phénomène peut être illustré par un déplacement vers la gauche de la courbe *D*, ce qui conduit à une élévation du taux de salaire des pays du Nord et à un élargissement de la zone d'avantage comparatif du Sud, permettant d'élever le niveau de productivité des deux zones: le revenu réel mondial s'accroît en même temps que celui du Nord *et* du Sud, sans que nous puissions déterminer le partage de ce gain réel entre les pays. On pourrait parler d'exploitation du Sud par le Nord, d'échange inégal²³

22. Deux exemples de travaux pourtant intéressants en ce sens: Th.A. Pugel (1982) *op. cit.* et P. Krugman (1979), «A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income», *Journal of Political Economy*, vol. 87, N° 2, pp. 253-266.

23. Mais le transfert de technologie ne devrait-il pas conduire à réduire cette exploitation de la classe ouvrière de la périphérie par la classe ouvrière du Centre?

au sens d'Emmanuel, mais cette « exploitation » est bénéfique aux deux parties et permet un élargissement de la croissance de chacun des partenaires²⁴ car la quantité d'innovation et de transfert augmente à la suite des redevances. « Le bien-être (du Nord) est le plus faible lorsqu'il n'y a pas de transfert, augmente si le transfert est libre, augmente encore si les redevances sont fixées à un niveau globalement optimal . . . le bien-être (du Sud) est le plus faible lorsqu'il n'y a pas de transfert . . . » (Pugel, 1982)

*
**

Nous pouvons en conclure qu'il existe un taux optimal de transfert de technologie, associé à un taux donné d'innovation, qui, en présence de redevances, permet à chacun des pays et au monde, de réaliser la croissance la plus forte du revenu réel de chacun des partenaires. Le seuil de rupture n'apparaît que lorsque le transfert, organisé par les firmes, se fait à un taux trop rapide en regard du taux d'innovation, ce qui peut conduire à un appauvrissement réel du Nord (cas illustré par la figure 5). Notre modèle systématise donc l'intuition selon laquelle le progrès technique et l'innovation accroissent le revenu réel du Nord, tandis que le transfert de technologie le réduit. Il dépasse cette intuition en délimitant les conditions dans lesquelles innovations et transferts peuvent assurer une croissance optimale du Nord et du Sud, assortie d'une augmentation régulière du niveau de vie réel des deux populations. Le rappel des analyses de Krugman et Pugel permet enfin de condamner, en termes économiques, l'exigence d'un transfert gratuit et d'un libre accès à la connaissance présenté récemment par certains pays du Sud.

III— QUELQUES CONCLUSIONS

L'analyse de l'innovation et des transferts de technologie que nous avons présentée peut être rapidement résumée, puis appliquée à des problèmes qui se posent aujourd'hui.

Le modèle s'appuie au départ sur l'existence de prix différents de biens d'un pays à l'autre. Ces différences de prix absolus, calculées en une même monnaie (celle du pays 2 ou un numéraire international) crée des courants d'échange internationaux. On montre que ces différences de prix impliquent nécessairement des différences de coûts comparatifs ricardiens. À la différence du modèle originel de Ricardo, ce modèle prend en compte des *coûts salariaux monétarisés*, c'est-à-dire que l'avantage comparatif, fondé au départ sur des différences de productivité du travail, peut être accru ou réduit selon la valeur du rapport des taux de salaires exprimés en une même monnaie : ni les taux de salaire, ni le *taux de change* ne peuvent être quelconques. L'introduction de la demande per-

24. Cf. Pugel, 1982.

met de clore le modèle. Dès lors, dans un monde à continuum de biens, les courbes d'avantage comparatif et de demande déterminent *à la fois* la zone d'avantage comparatif effectivement exploitable par chacun des pays et le rapport des taux de salaire en monnaie internationale.

L'innovation de processus a pour effet de déplacer la courbe d'avantage comparatif du pays innovateur et d'accroître la zone potentielle d'avantage. La double contrainte d'équilibre interne (contraintes sur le marché du travail) et d'équilibre externe (commercial dans un premier temps) conduit à une nouvelle situation d'équilibre à niveau de vie réel plus élevé, à taux de salaires supérieur et/ou à taux de change revalorisé en faveur de l'innovateur.

Le transfert de technologie a un effet inverse: il améliore la zone d'avantage comparé du Sud et conduit à des modifications inverses pour le Nord, à celles de l'innovation. Le paiement des redevances par les firmes licenciées (ou filiales) du Sud permet cependant d'élargir la contrainte externe des pays du Nord, qui peuvent supporter un déficit commercial avec les pays du Sud.

L'examen des variations des processus d'innovation et de transfert montre que le Nord conserve un avantage net tant que le taux d'innovation (qui conduit à une augmentation de la productivité du travail du Nord) reste au moins égal au taux de transfert de la technologie (qui réduit l'avantage comparatif du Nord en accroissant la productivité du travail dans les pays du Sud).

Dans tous les cas, il semble que l'augmentation de la productivité doive conduire à une croissance du revenu réel et du niveau de vie du Nord et du Sud, grâce respectivement à l'innovation et au transfert de technologie. Il s'agit d'un jeu contre la nature et non d'un jeu à somme nulle comme on semble l'admettre le plus souvent.

L'équilibre dynamique exige alors que l'innovation se poursuive de manière continue; elle sera renforcée par le paiement de redevances versées par le Sud imitateur au Nord innovateur: la demande de libre transfert ne paraît pas être optimale pour le Sud sauf à très court terme; au contraire, le transfert gratuit pourrait entraîner une baisse des dépenses de recherche et du taux d'innovation et conduire, sur un autre sujet, à des tensions protectionnistes supplémentaires dans les pays du Nord.

La diffusion internationale de l'innovation et de la croissance permettra seule une augmentation continue de revenu réel dans l'ensemble des pays concernés: la réussite de nouveaux pays industrialisés montre qu'il ne s'agit plus de rêves harmonistes d'économistes libéraux mais de réalité quotidienne.

Il nous faudra à l'avenir mieux étudier les conditions de croissance conjointe du Nord et du Sud, et élargir le potentiel de croissance né de la division internationale du travail aux « pays les moins avancés » qui n'ont pu en bénéficier à ce jour.

BIBLIOGRAPHIE

- BALASSA B. (1982), « Les tendances actuelles de la spécialisation internationale de la production manufacturière », in H. Bourguinat (1982), pp. 23-43.
- BANQUE PARIBAS (1982), « Les échanges technologiques mondiaux », *Conjoncture*, Bulletin Économique Mensuel, octobre 1982.
- BOURGUINAT H. (éd.) (1982), *Internationalisation et autonomie de décision*, Paris, Economica, 1982.
- DORNBUSCH R., FISCHER, S., SAMUELSON, P.A. (1977), « Comparative Advantage, Trade and Payments in a Ricardian Model with a Continuum of Goods », *American Economic Review*, décembre, pp. 823-839.
- HENNER H.F. (1976), « La spécialisation internationale de l'économie française », *Revue Économique*, n° 1, pp. 31-53.
- HENNER H.F. (1980), « Transferts de technologie et analyse ricardienne », *Économie Appliquée*, I.S.M.E.A., 33, n° 1, pp. 45-63.
- HENNER H.F. (1982), « Le protectionnisme : bilan, limites, réexamen », *Revue Économique*, n° spécial, novembre, pp. 957-980.
- HENNER H.F. (1983), « D.I.P.P. et analyse ricardienne », *Travaux du CESEFI*, Université de Paris I, 21.01.1983, 4 pages.
- JOHNSON H.G. (1968), « Coût comparatif et théorie de la politique commerciale pour un monde en développement », *Wicksell Lectures*, traduit in B. Lassudrie-Duchêne (éd.), 1972.
- KRUGMAN P. (1979), « A Model of Innovation, Technology, Transfer, and the World Distribution of Income », *Journal of Political Economy*, 82, n° 2, pp. 253-266.
- LASSUDRIE- DUCHÊNE B. (1972) (éd.), *Échange international et Croissance*, Paris, Economica.
- LASSUDRIE- DUCHÊNE B. (1982), « Décomposition internationale des processus productifs et autonomie nationale », in H. Bourguinat (éd.), pp. 45 à 65.
- PUCCEL TH. A. (1982), « Endogeneous Technological Change and International Technology Transfer in a Ricardian Trade Model », *Journal of International Economics*, 13, 1982, pp. 321-335.